

INOVAÇÃO NOS CONTROLES DE TRANSPORTES INTERNOS DE MATÉRIAS-PRIMAS DE UMA INDÚSTRIA CIMENTEIRA À LUZ DA TEORIA DO CONHECIMENTO DE NONAKA E TAKEUCHI

Rafael Lopes Ribeiro¹

Thiago Borges Renault²

Alan Jeferson de Oliveira da Silva³

Resumo: Este trabalho tem o objetivo de descrever o desenvolvimento de um *software* para controle de transporte interno de matérias-primas em uma indústria cimenteira. Como fundamentação teórica, foi utilizada a Teoria da Criação do Conhecimento Organizacional de Nonaka e Takeuchi (2008), que explicita a dinâmica de conversão do conhecimento para se chegar a uma inovação. Este sistema inovador foi implementado em setembro/15 em uma fábrica de cimento situada na cidade de Volta Redonda/RJ, dentro do setor de Processos e de Controladoria da Organização. Os principais benefícios do sistema foram: a utilização da melhor rota correspondente à menor distância entre as unidades operacionais, que propiciou a redução de riscos ambientais, e otimização de 18% de custos com transportes possibilitado pela redução de 45% do itinerário original.

Palavras-chave: Conhecimento, Espiral do Conhecimento, Inovação, Visão Baseada em Recursos.

Abstract: This paper aims to describe the development of software to control internal transport of raw materials in a cement industry. As a theoretical basis, Nonaka and Takeuchi's Theory of Organizational Knowledge Creation (2008) was used, which explains the dynamics of knowledge conversion in order to reach an innovation. This innovative system was implemented in September / 15 in a cement factory located in the city of Volta Redonda / RJ, within the Processes and Controllershship sector of the Organization. The main benefits of the system were: the use of the best route corresponding to the smaller distance between the operating units, which led to the reduction of environmental risks, and an optimization of 18% of transportation costs made possible by a 45% reduction in the original route.

Keywords: Knowledge, Knowledge Spiral, Innovation, Resource Based View.

1. Introdução

O presente trabalho descreve um estudo de caso de uma empresa do ramo cimenteiro que precisava viabilizar a utilização da melhor rota correspondente à menor distância entre as unidades operacionais para reduzir riscos ambientais refletidos pela emissão de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera e riscos de contaminação do rio Paraíba do Sul, em função da alta umidade e concentração de ferro metálico contido na escória de alto forno, que é a principal matéria-prima para a produção de cimento tipo CP III 40 RS.

¹ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

² Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

³ Professor do Centro Universitário UNIABEU e da Universidade Veiga da Almeida.

Para isto, a empresa precisava criar mecanismos de controle de transportes internos para pagar o custo do frete ao transportador e paralelamente atender as normas de controles internos estabelecidas na seção 404 da Lei Sarbanes Oxley. Assim, o Coordenador de Controladoria da organização teve a ideia de automatizar os controles referentes ao transporte interno de matérias-primas através de uma tecnologia que propiciasse o monitoramento de carregamento, pesagem e descarregamento dos veículos.

Essa tecnologia foi baseada em uma ideia, uma visão sobre um recurso de controle de acessos de funcionários já disponibilizado na organização, porém, que não se destinava ao fim de controle de transportes, tratando-se de um exemplo de inovação incremental, pois havia um produto que foi adaptado às necessidades da organização, corroborando o que afirma Lemos (1999) descrevendo que a inovação incremental geralmente se adapta ao contexto da organização, necessitando pequenos ajustes em produtos ou processos para sua implantação, sem, necessariamente, uma grande visibilidade imediata. Segundo esse autor, esse procedimento é essencial para assegurar a competitividade da empresa.

Segundo Ahuja e Katila (2004), independentemente de geração ou aquisição, sabe-se que, em termos de inovações tecnológicas, o conhecimento é o resultado da busca por soluções para determinados problemas enfrentados pelas empresas.

De acordo com Schumpeter (1997), o impulso fundamental que inicia e mantém a máquina capitalista em movimento decorre dos novos bens de consumo, dos novos métodos de produção ou transporte, dos novos mercados, das novas formas de organização industrial que a empresa capitalista cria. Esse processo de destruição criativa é o fato essencial acerca do capitalismo. Schumpeter descreve que a inovação é arriscada, impossível para a maioria dos produtores, mas se alguém estabelece um negócio relacionado com essa fonte de fornecimento e tudo vai bem, então pode produzir uma unidade de produto de modo mais barato, ao passo que de início os preços vigentes continuam substancialmente a existir. Então obtém-se um lucro.

Buscando contribuir para os estudos organizacionais, este trabalho relaciona uma inovação nos controles de transporte interno de matérias primas de uma

indústria cimenteira chamado Controle de Viagens por meio de Validadores de Acessos com a Teoria da Criação do Conhecimento Organizacional de Nonaka e Takeuchi (2008), em que apresenta as abordagens conceituais da gestão de conhecimento, os modos de conversão do conhecimento organizacional e a espiral do conhecimento, que se trata de uma descrição da dinâmica de transformação do conhecimento capaz de explicar o surgimento de inovações. Esta teoria é amplamente conhecida dentro da área de organizações, muito em razão de trabalhar com um tipo de conhecimento importante que é o conhecimento tácito que muitos profissionais adquirem por experiências pessoais em contextos específicos, que é de difícil formulação e transcrição para ser comunicado para outros, mas que pode ser compreendido e assimilado em espaços de trocas, como sessões de *brainstorming* ou em observações no campo.

Portanto, este estudo tem como objetivo apresentar um projeto de inovação que propiciou melhores formas de controles de transportes internos de matérias primas, possibilitando a redução de 45% do itinerário através da implantação de sistemas de controles de transportes internos de Matérias Primas por Validadores de Acesso sob a luz da Teoria da Criação do Conhecimento Organizacional de Nonaka e Takeuchi (2008), em razão de ser uma teoria consagrada, e pelo caso em questão apresentar um conhecimento tácito que foi o propulsor para a inovação em questão.

Assim, as seções seguintes deste trabalho apresentam o referencial teórico destacando a importância da Visão Baseada em Recursos (VBR) e da Teoria de Nonaka e Takeuchi, visto que ela serve de arcabouço teórico para apresentar e analisar a inovação incremental do produto Validadores de Acessos. A metodologia é descrita posteriormente destacando-se uma pesquisa qualitativa e um estudo de caso único. Em seguida, são apresentados os resultados da pesquisa e, por fim, são realizadas as conclusões e recomendações dentro de cada um dos modos de conversão do conhecimento descrito pela teoria.

2. Fundamentação Teórica

Segundo Barney (2007), os recursos empresariais incluem todos os ativos, capacidades, processos organizacionais, atributos empresariais, informação, conhecimento, controlados pela empresa que a permitem conceber e implementar

estratégias que melhorem a eficiência e a eficácia. Os recursos são ativos tangíveis e intangíveis que a empresa controla e que podem ser usados para criar e implementar estratégias. Nesse sentido, a Visão Baseada em Recursos (VBR) fundamenta-se nos recursos como base para a estratégia da firma e leva em consideração as competências, capacidades e habilidades como base do conhecimento produtivo da empresa, fonte de vantagem competitiva. Alguns dos recursos com os quais as organizações competem não são ativos encontrados para negociação no mercado. Assim, para que a empresa desenvolva a sua estratégia de mercado, é necessário que ela construa seus recursos. Dessa maneira, pela VBR, a empresa enfatiza seus recursos, que incluem habilidades tácitas, padrões de cooperação e bens intangíveis que precisam de tempo e aprendizado para desenvolverem-se. A VBR também é útil na identificação de recursos que proporcionam a geração ou a perenidade da vantagem competitiva entre firmas, já que inclui todos os atributos que capacitam às redes definir e implementar estratégias (BARNEY, 2007).

Por isso, a Visão Baseada em Recursos (VBR) estende o conceito de cadeia de valores à medida que examina os atributos que os recursos isolados por essas cadeias devem possuir para que sejam fonte de vantagem competitiva sustentável, pois são seus recursos e serviços construídos que, na visão de Barney (2007), possuem a capacidade de gerar retornos.

Segundo Barney (2007), as empresas que são capazes de acumular recursos valiosos, raros, difíceis de imitar e não substituíveis, alcançam uma vantagem competitiva sobre as empresas concorrentes, pois buscam aumentar e não necessariamente maximizar seu desempenho, causando, assim, sucessos diferenciados entre si.

Assim, mesmo que a empresa possua recursos e capacidades, eles, por si só, não garantirão um desempenho acima da média. Isso só será possível se a empresa possuir recursos raros e valiosos e os interagir com sua estratégia adotada, alinhados com seus recursos e capacidades que impactam positivamente o seu desempenho, realizando mudanças em suas rotinas operacionais por meio de uma estratégia ambiental proativa, que é uma competência organizacional, na condução

da coordenação de seus recursos técnicos, humanos e heterogêneos para manter ou incrementar sua competitividade e seu desempenho (ARAGÓN-CORREA, 2008).

Desta forma, o sistema de controle de transportes internos de matérias primas realizou mudanças nos processos e nas rotinas da indústria cimenteira. Isto só foi possível em função dos recursos disponibilizados pela empresa.

Para Nonaka e Takeuchi (2008), a gestão do conhecimento está pautada em duas culturas distintas, a ocidental e a oriental. Os autores fazem importantes abordagens sobre a criação do conhecimento, ao justificarem a forma como as diferentes culturas compreendem o conhecimento. Para eles, a forma dominante de conhecimento no ocidente é o conhecimento explícito, que pode ser rapidamente transmitido formalmente aos indivíduos e criado através de habilidades analíticas e de formas concretas de apresentação oral e visual, como documentos, manuais e bases de dados computacionais. A cultura oriental encara o conhecimento explícito apenas como a ponta do *iceberg*. Considera principalmente o conhecimento como tácito, isto é, algo que não é facilmente visível e exprimível, que é altamente pessoal e difícil de formalizar, obtido através do uso de metáforas ou pinturas, algo profundamente enraizado na ação e na experiência do indivíduo e que proporciona uma visão diferente de como é adquirido o aprendizado, não apenas da mente, mas, através do corpo e da mente, da cognição, de *insights* tácitos dos indivíduos, uma forma nova de se pensar em inovação. Conforme descreve Nonaka e Takeuchi:

O raciocínio dialético aceita “ambos e” (síntese do corpo/mente) e nos livra da tirania do “ou-ou”. A esse respeito, o raciocínio dialético vai contra a tradição da filosofia ocidental, resumida na obra do racionalista francês Descartes. [...] A experiência pessoal e física tem sido igualmente valiosa como a abstração indireta, intelectual na tradição intelectual japonesa. Na educação *samurai* medieval, ser um “homem de ação” era considerado uma contribuição maior para o caráter de alguém do que dominar a filosofia e a literatura (NONAKA; TAKEUCHI, 2008, p. 24).

Nonaka e Takeuchi (2008) sugerem uma junção entre a visão ocidental e visão oriental do conhecimento, tendo em vista que, para eles, o conhecimento humano é criado e expandido através da interação social, em que ocorre a conversão de conhecimento tácito em conhecimento explícito, para que, através desta interação, seja gerado o conhecimento organizacional.

De acordo com Nonaka e Takeuchi (2008), a visão da organização como uma máquina para o processamento de informações está profundamente inserida na tradição de gestão ocidental, muito difundida por Taylor. Segundo essa visão, o único conhecimento verdadeiramente útil é o formal sistêmico, cujos dados são difíceis (leia-se: quantificáveis), procedimentos codificados, princípios universais e as métricas chaves para mensurar o valor do novo conhecimento é econômico, traduzidos como maior eficiência, custos mais baixos, melhor retorno dos Investimentos (ROI).

Segundo Nonaka e Takeuchi (2008), “para os administradores ocidentais, a abordagem japonesa frequentemente parece estranha ou mesmo incompreensível” (NONAKA; TAKEUCHI, 2008, p. 40).

O cerne da abordagem japonesa é o reconhecimento de que a criação do novo conhecimento não se refere simplesmente ao processamento da informação objetiva, ao contrário, depende da exploração dos *insights* tácitos e, com frequência, Nonaka e Takeuchi (2008) enfatizam a importância dos palpites dos empregados individuais e de torná-los disponíveis para testes e uso da empresa como um todo. Eles descrevem que a chave para o sucesso na gestão de conhecimento está no compromisso pessoal, na sensação de identidade dos empregados com empreendimento e com a sua missão.

Nonaka e Takeuchi afirmam: “a empresa não é uma máquina, mas um organismo vivo. Da mesma forma que um indivíduo, ela pode ter um sentido coletivo de identidade e de finalidade fundamental. Este é o equivalente organizacional ao autoconhecimento”. (NONAKA; TAKEUCHI, 2008, p. 41).

Para Nonaka e Takeuchi (2008), a criação de novos conhecimentos não é uma atividade especializada de domínio apenas dos departamentos de P&D, *marketing* ou planejamento estratégico, é, sobretudo, uma forma de comportamento, na qual todos são trabalhadores do conhecimento.

De Sordi e Azevedo (2007) argumentam que os estudos em gestão do conhecimento se intensificaram nos últimos anos. Eles enfatizam que, além da tecnologia, a gestão do conhecimento precisa de pessoas e de mudanças e

lembram que o seu objetivo é promover e capturar a interseção do conhecimento explícito e tácito.

De acordo com Santos, Costa e Freitas (2008), a temática é desconhecida da maioria das empresas brasileiras, limitando-se seu entendimento ao senso comum, e poucos compreendem a natureza primordial do conhecimento e seu impacto na geração de riquezas.

De acordo com Nonaka e Takeuchi (2008), os ocidentais tendem a enfatizar o conhecimento explícito, contudo, os japoneses tendem a enfatizar o conhecimento tácito, e é através dessa interação que nasce a Teoria da Criação do Conhecimento Organizacional.

Na nossa visão, no entanto, o conhecimento tácito e o conhecimento explícito não são totalmente separados, mas entidades complementares. Eles interagem e se intercambiam nas atividades criativas dos seres humanos. Nosso modelo dinâmico de criação do conhecimento está ancorado no pressuposto crítico de que o conhecimento humano é criado e expandido através da interação social entre conhecimento tácito e o conhecimento explícito. Chamamos essa interação de “conversão do conhecimento” (NONAKA; TAKEUCHI, 2008, p. 59).

De acordo com Nonaka e Takeuchi (2008), o conhecimento organizacional é criado através da interação entre o conhecimento tácito e o conhecimento explícito. Desta forma, os autores postulam quatro modos de conversão de conhecimento, que são: socialização, externalização, combinação e internalização (modelo SECI), que representam, na visão de Nonaka e Takeuchi, os mecanismos de criação de conhecimento organizacional, conforme ilustração da Figura 1.

Figura 1 – Espiral do Conhecimento



Fonte: Nonaka e Takeuchi (2008, p. 69).

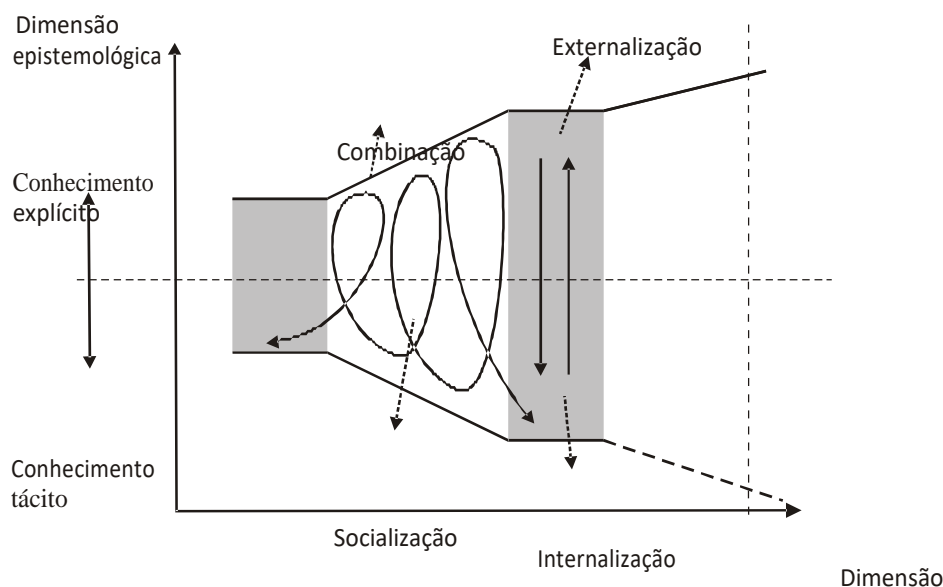
Segundo Nonaka e Takeuchi (2008), a Socialização é um processo de compartilhamento de experiências e habilidades técnicas compartilhadas. Trata-se da conversão de conhecimento tácito em outro conhecimento tácito, cuja chave para a aquisição do conhecimento tácito é a experiência através da observação, imitação e prática. Os autores citam que o treinamento de trabalho utiliza deste princípio dentro do ambiente organizacional.

A externalização é um processo de articulação do conhecimento tácito para conhecimento explícito. Para Nonaka e Takeuchi (2008), é a forma mais importante de conversão no processo de criação de conhecimento, no qual, o conhecimento tácito se transforma em explícito tomando a forma de metáforas, analogias, conceitos, hipóteses ou modelos. De acordo com eles, o modo de externalização da conversão de conhecimento é visto no processo da criação de conceitos e é desencadeado pelo diálogo ou reflexão coletiva.

A Combinação é um processo de sistematização de conceitos em um sistema de conhecimento; é a conversão de conhecimento explícito em outro conhecimento explícito, onde os indivíduos trocam e combinam conhecimentos através de meios como documentos, reuniões, conversas telefônicas ou redes de comunicação computadorizadas. Para Nonaka e Takeuchi (2008), a sistematização do conhecimento existente é a chave para a criação de um novo conhecimento.

O quarto e último modo de conversão do conhecimento organizacional é a internalização, que é a conversão de conhecimento explícito em conhecimento tácito, e está intimamente ligado ao “aprender fazendo”. Nonaka e Takeuchi (2008) afirmam que, quando as experiências através da socialização, externalização e combinação são internalizadas nas bases de conhecimento tácito do indivíduo na forma de modelos mentais compartilhados ou *know-how* técnico, tornam-se um patrimônio valioso para organização. Assim, a criação do conhecimento organizacional é um processo em espiral, iniciando no nível individual e subindo através das comunidades de interação, que atravessa os limites departamentais, divisionais e organizacionais. Conforme demonstrado na Figura 2.

Figura 2 – Espiral da criação do conhecimento organizacional



Fonte: Nonaka e Takeuchi (2008, p. 70).

Os vários processos de conversão de conhecimento tácito em explícito formam uma comunidade de interação, levando o conhecimento do indivíduo para todo o ambiente da organização. No processo de convergência, o indivíduo tem a função de criador do conhecimento, o grupo tem a função de sintetizador, e a organização, a de amplificadora do conhecimento. De acordo com Nonaka e Takeuchi (2008), o conhecimento tácito individual não pode ser isolado. Para que este conhecimento gere valor para organização, é necessário ser socializado. Desta forma, é iniciada uma espiral de criação de conhecimento organizacional. Esse processo em espiral possibilita a criação do conhecimento organizacional balizado nos conhecimentos individuais, e, assim, o conhecimento vai sendo disseminado dentro de toda a organização.

3. Método de Pesquisa

A pesquisa para o desenvolvimento deste estudo sobre a inovação de um *software* para controle de transporte interno de matérias-primas em uma indústria cimenteira é classificada como qualitativa e estudo de caso. Segundo Alyrio, “Estudo de caso é o estudo que analisa com profundidade uma situação particular, com

vistas à obtenção de um grande conhecimento com riqueza de detalhes do objeto estudado.” (Alyrio, 2009, p.76).

Foi realizada, no estudo de caso, a observação participante, tendo em vista que o coordenador participou dos eventos sob estudo. Segundo Yin (2001), a observação participante é uma modalidade especial de observação na qual o pesquisador não é apenas um observador passivo, ao contrário, ele pode assumir uma variedade de funções dentro de um estudo de caso e pode, de fato, participar dos eventos que estão sendo estudados.

A observação participante fornece certas oportunidades incomuns para a coleta de dados em um estudo de caso. A oportunidade mais interessante relaciona-se com a sua habilidade de conseguir permissão para participar de eventos ou de grupos, que são, de outro modo, inacessíveis à investigação científica. Em outras palavras, para alguns tópicos de pesquisa, pode não haver outro modo de coletar evidências a não ser através da observação participante. Outra oportunidade muito interessante é a capacidade de perceber a realidade do ponto de vista de alguém de "dentro" do estudo de caso, e não de um ponto de vista externo. Muitas pessoas argumentam que essa perspectiva é de valor inestimável quando se produz um retrato "acurado" do fenômeno do estudo de caso. (Yin, 2001, p. 118).

O estudo teve uma abordagem descritiva, com a finalidade de apresentar o desenvolvimento da inovação e correlacioná-la com a Teoria da Criação do Conhecimento Organizacional de Nonaka e Takeuchi (2008). De acordo com Yin (2001), como técnica de coleta de dados destacam-se seis fontes de evidência numa estratégia de estudo de caso: documentação, registros em arquivos, entrevistas, observações diretas, observação participante e artefatos físicos. Neste trabalho, os dados foram coletados através de documentos fornecidos pela própria indústria cimenteira que implementou a inovação, e através de pesquisas bibliográficas. Segundo Fonseca (2002):

“A pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de *web sites*. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto. Existem, porém, pesquisas científicas que se baseiam unicamente na pesquisa bibliográfica, procurando referências teóricas publicadas com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema a respeito do qual se procura a resposta”. (Fonseca, 2002, p. 37).

Este estudo buscou, em sua análise, avaliar a aderência do processo de inovação de processos através de um *software* para controle de transporte interno

de matérias-primas em uma indústria cimenteira, chamado de Controle de Viagens, por meio de Validadores de Acessos, com a dinâmica descrita da transformação do conhecimento para se chegar a um produto inovador representado pela espiral do conhecimento que sintetiza os modos de conversão de socialização, externalização, combinação e internalização.

4. Análise dos Resultados

4.1 A Organização e a importância do Sistema de Controle de Transportes Internos

A organização sob pesquisa é caracterizada como uma empresa de grande porte, localizada em diversas regiões do Brasil e exterior, atuando nos segmentos Siderúrgico, de embalagens, Portos, Logística, Mineração e Construção Civil, com 75 anos de existência. Sua evolução ocorreu ao longo dos anos em função de investimentos nacionais e estrangeiros em seus diversos segmentos de negócio.

Dentro do processo produtivo Siderúrgico, os altos-fornos geram um resíduo denominado *escória de alto-forno*. Estes resíduos precisam ser bem transportados e destinados ambientalmente em função da alta concentração de ferro metálico intrínseco no material. Com o crescimento da economia brasileira em 5,2% em 2004 (IBGE, 2004), avaliando a viabilidade econômica e financeira do negócio Cimentos, em dezembro/2004 a empresa aprovou a abertura da primeira Indústria Cimenteira do grupo, e em 2009 foi feito o *startup*. Esta Indústria foi concebida em função de ser autossuficiente na geração de *escória de alto-forno*, principal matéria-prima para produção de cimento tipo CPIII40RS.

Com o crescimento da Indústria Cimenteira, a empresa começou a utilizar toda a geração interna de escória produzida nos altos-fornos, em torno de 1.500.000 toneladas/ano. Todo este material é transportado entre os altos-fornos e a Indústria cimenteira. Devido às dificuldades e distâncias dos trajetos e o alto investimento para implementação de outro mecanismo para transportar a escória, a empresa decidiu que o transporte seria realizado por empresa contratada. Este transporte era feito por uma frota de 20 caminhões, que faziam em torno de 104.000 viagens por ano. Para cumprir os procedimentos e atender as normas de controles internos estabelecidas na seção 404 da Lei Sarbanes Oxley, o controle determinava que todos os veículos, após carregar nos altos-fornos, deveriam passar nas balanças

para que o balanceiro determina-se a amostragem dos caminhões que deveriam pesar e, posteriormente, ir até o ponto de descarregamento situado na indústria cimenteira. Em função do simples fato da seleção de pesagem ser realizada na balança por um recurso humano, era percorrido adicionalmente 1,8 km por viagem. Tendo em vista a média de 104.000 viagens por ano, os veículos percorriam adicionalmente 187.200 km por ano. Para demonstrar a relevância do assunto e a importância desta inovação, a circunferência da terra é de 40.000 km, ou seja, a distância percorrida no trajeto original equivalia a 4,7 voltas ao mundo.

Apesar do grande porte da empresa e do seu desenvolvimento econômico, de vários investimentos em tecnologia, não existia uma automação para controle de transportes internos da principal matéria-prima desta indústria cimenteira. Principalmente, o monitoramento de dados sobre os veículos ainda era um processo muito mecanizado.

4.2 A Socialização do Conhecimento – Do tácito para o tácito

A empresa iniciou suas atividades em abril de 2009, foi quando o setor de Engenharia estudou como a principal matéria-prima da indústria cimenteira deveria ser transportada, e a proposta inicial seria a instalação de esteiras transportadoras dos Altos-fornos II e III para a indústria cimenteira. Porém, devido à distância e dificuldades do trajeto entre as unidades, o investimento inicial ficaria inviável em função dos elevados custos, em torno de R\$ 4 milhões. Como não foram aprovados os investimentos para o projeto de instalação das esteiras transportadoras, a empresa optou por contratar uma empresa externa para transportar internamente a Escória dos Altos Fornos até a Indústria Cimenteira via modal rodoviário.

Como a empresa precisa cumprir uma série de exigências de controles internos estabelecidos na seção 404 da lei norte-americana Sarbanes Oxley, foi definido pelo setor de auditoria que deveria haver uma amostragem de pesagens destes caminhões, só que, para isso, era necessário um rígido controle de transportes internos para definir quais veículos seriam selecionados para pesagem. Como o processo era interno e existe toda uma estrutura de Segurança Patrimonial, a alta gestão decidiu não investir em sistemas de alta tecnologia em função dos custos elevados e definiu que os controles permaneceriam manuais, ou seja, que a

definição de selecionar e controlar as viagens seria feita pelos operadores responsáveis pelas balanças da empresa, denominados balanceiros.

Contudo, no decorrer do tempo, como todos os veículos passavam pela balança para definir a seleção para pesagem, a água da escória, que contém alta concentração de ferro metálico, começou a escorrer nas balanças e danificar as mesmas, além, de sujar as vias de acesso do complexo industrial e gerar riscos de contaminação do rio Paraíba do Sul, tendo em vista que o caminho percorrido dos altos-fornos até a balança passa em redor das margens desse rio. Foi neste momento que o Gerente Geral e o Coordenador de Administração e Controle foram chamados pela Diretoria para resolução deste problema.

Em função da recessão econômica na ocasião, o Coordenador de Administração e Controle sabia que precisava ter uma ideia inovadora e, sobretudo, de “baixo custo”. Foi então que o mesmo, observando os funcionários registrando a entrada e saída do trabalho em sistemas eletrônicos de ponto, e os veículos que passavam pelas cancelas, de modo que o sistema registrava a entrada e saída por sua respectiva placa, teve a ideia: “Porque não controlar os transportes internos de escória via Sistemas Validadores de Acesso?”. Nesse momento, ele marcou uma reunião com a empresa responsável pelo sistema de validadores de acessos e apresentou os pontos primordiais para o controle. A ideia foi a instalação de um sistema de validador de acesso e cancelas na saída dos altos-fornos II e III.

Como o grande problema do controle era a seleção do veículo para pesagem, uma vez que o transportador ganha por peso e sem esta seleção ele poderia fraudar aumentando o peso dos caminhões para receber maiores valores financeiros do transporte, o coordenador teve a ideia de que o sistema fizesse randomicamente a seleção do veículo pela sua respectiva placa, de modo que 10% das viagens seriam selecionadas para pesagem, podendo, logicamente, aumentar este percentual via programação no próprio sistema, onde no próprio equipamento aparecesse a mensagem em letras garrafais: PESAGEM OBRIGATÓRIA.

Assim, os caminhões não selecionados pelo sistema no ponto de carregamento poderiam transitar por uma rota alternativa nas Ruas L80/L64, proporcionando desta forma uma economia de 45% em relação ao trajeto original,

onde 90% dos caminhões deixavam de percorrer 3,7 km por viagem para percorrer apenas 1,9 km por viagem, o que possibilitou a economia de 187.200 km por ano e a redução de 18% nos custos com este transporte.

A inovação deste sistema só foi possível em função do conhecimento tácito do Coordenador de Administração e Controle em controles internos e conhecimento de todo complexo Industrial. Ele compartilhou essa ideia com os gestores responsáveis pelo processo de produção e de pesagem, propiciando a utilização da melhor rota correspondente à menor distância entre as unidades operacionais e, por consequência, ganhos em *performance* operacional, redução de riscos ambientais em função da emissão de dióxido de carbono (CO₂) para a atmosfera e otimização de 18% de custos com transportes possibilitado pela redução de 45% do itinerário original.

Segundo Nonaka e Takeuchi (2008), a socialização é um processo de compartilhamento de experiências e, com isso, de criação de conhecimento tácito, tais como os modelos mentais e as habilidades técnicas compartilhadas. Desta forma, a chave para o conhecimento tácito é a experiência. Neste contexto, observa-se que o conhecimento do coordenador de administração e controle foi primordial para socialização em um modo de conversão de conhecimento que se liga nas teorias organizacionais relacionados aos processos de grupos e da cultura organizacional. Nesta direção, observa-se que é fortalecido na empresa um processo de fomento de uma cultura de inovação.

A conversão do conhecimento tácito para tácito se consolida no processo de compartilhamento de experiências entre o Coordenador de Administração e os setores de produção e logística. O primeiro acumulou um conhecimento tácito em controles internos, pois trabalha por 15 anos na área de Controladoria e conhece todo o complexo industrial. O coordenador, por sua vez, também percebeu, com seu conhecimento de anos dentro do negócio, que a ideia poderia ser desenvolvida e implantada, o que fez com que abrisse o espaço necessário para o desenvolvimento da ideia dentro da empresa, já pensando na redução de custos com transporte e redução dos riscos ambientais. Neste estágio, verifica-se a criação de um conhecimento compartilhado de significativo potencial e valor para a empresa.

4.3 Externalização – Do tácito para o explícito

O conhecimento tácito se tornou explícito por meio do conceito de controlar os transportes internos de matérias-primas por um sistema de validadores de acessos, proporcionando um novo modelo de sistema de controle. O sistema desenvolvido e adotado na empresa pode ser visto inclusive como uma inovação de processos. De acordo com o Manual de Oslo (2005), uma inovação de processo é a implementação de um método de produção ou distribuição novo ou significativamente melhorado; incluem-se mudanças significativas em técnicas, equipamentos e/ou *softwares*.

As inovações de processo também abarcam técnicas, equipamentos e *softwares* novos ou substancialmente melhorados, em atividades auxiliares de suporte, como compras, contabilidade, computação e manutenção. A implementação de tecnologias da informação e da comunicação (TIC), novas ou significativamente melhoradas, é considerada uma inovação de processo se ela visa melhorar a eficiência e/ou a qualidade de uma atividade auxiliar de suporte. (Manual de Oslo, 2005, p. 59).

A empresa já possuía um sistema de validação de acessos na organização, contudo, o mesmo era utilizado apenas para registrar o ponto dos funcionários. Foi realizada uma adaptação em um sistema que era utilizado para outro fim, de modo a criar no sistema novas funcionalidades. O sucesso com este sistema foi consequência da observação, testes e *feedbacks* positivos dos usuários do serviço, onde foram comprovados melhores práticas nos controles internos referentes ao transporte de matérias-primas, através desta inovação. Hoje, pode-se monitorar o horário de carregamento da escória nos altos-fornos especificamente por veículo, pois a chave primária de codificação do controle é a placa do caminhão. Pode-se verificar se o veículo foi selecionado randomicamente para pesagem, se obedeceu ou não o comando, ou seja, se foi ou não pesar e quanto tempo demorou até as balanças, o peso apurado, o tempo que o veículo demorou no percurso da balança até o local de armazenamento na indústria cimenteira e ou o tempo gasto dos altos-fornos até o local de armazenamento da indústria cimenteira. Atualmente é possível gerar relatórios desses indicadores para avaliar a *performance* de cada veículo e motorista, refletindo diretamente na produtividade da empresa, uma vez que o processo cimenteiro é *just in time*.

Nonaka e Takeuchi (2008) descrevem que a externalização é a forma mais importante de conversão no processo de criação do conhecimento, onde,

conhecimento tácito se transforma em explícito tomando a forma de metáforas, analogias, conceitos, hipóteses e modelos, assim, as experiências bem sucedidas e os benefícios observados foram importantes, pois cristalizaram a conversão do conhecimento tácito em conhecimento explícito, na medida em que o conceito e o modelo do sistema de controle de transporte foram aceitos pela empresa.

4.4 Combinação – Do explícito para o explícito

Em janeiro/2016, o Coordenador de Administração e Controle apresentou o sistema de controle de transportes internos de matérias-primas da indústria cimenteira em um importante seminário tecnológico que é promovido pela organização. Nesse momento, o coordenador demonstra para empresa os resultados a seguir gerados pela inovação.

Figura 3 – Trajeto do transporte de Escória Original



Fonte: Disponibilizado do Arquivo da Empresa, 2016.

A Figura 3 demonstra o trajeto original que dizia que todos os caminhões deveriam passar pela estrada norte para determinação de seleção de pesagem. Essa atividade era desempenhada manualmente por funcionários denominados balanceiros que anotavam as placas dos caminhões e horários em uma planilha eletrônica com objetivo de controlar as viagens.

Este controle era totalmente mecanizado, dependendo da ação humana e logicamente, como qualquer controle manual, suscetível a erro.

Figura 2 – Trajeto do transporte de Escória Atual (pós implementação do sistema)



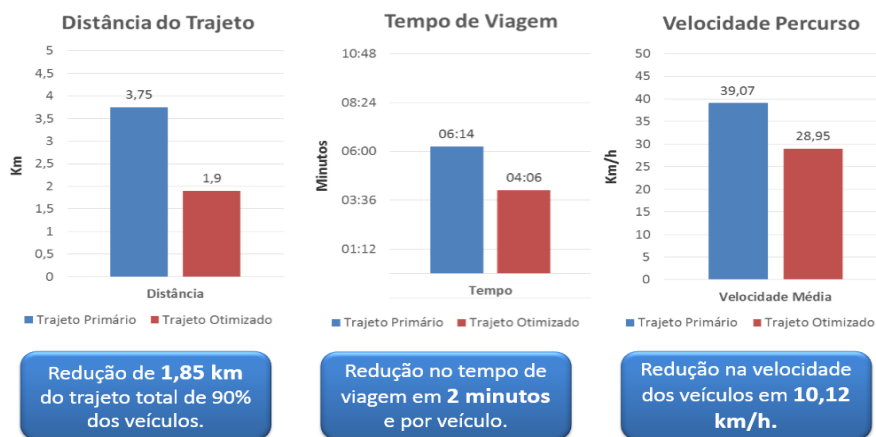
Fonte: Disponibilizado do Arquivo da Empresa, 2016.

A Figura 2 demonstra o trajeto atual após a implementação do sistema em setembro/15. Posterior ao carregamento nos Altos-fornos II e III, os veículos passam pela estrada central, onde foi estudado como ponto de interseção ideal entre os dois caminhos de acesso (Estrada Norte ou Rua L-80/L-64) para a indústria cimenteira, e registram seu acesso, via cartão eletrônico, onde constam todos os dados do veículo, como modelo, placa, motorista que está trabalhando naquele horário, de modo que o sistema aleatoriamente possa definir quais são os veículos selecionados para pesagem. Em função do sucesso desta inovação, foi permitido pelas auditorias uma amostragem de pesagem de apenas 10%, sendo assim, estes veículos percorrem entre os Altos Fornos II e III, Balança e Fábrica de Cimento, 3,7 km por viagem, os 90% restantes dos veículos podem cortar caminho pelas ruas L-80 e L-64, conforme demonstrado no desenho. Como são realizadas em média 104.000 viagens por ano, obteve-se um desvio de 93.600 viagens por ano pelo percurso da estrada Norte e, assim, foram reduzidos custos com transportes, riscos ambientais, tendo em vista que em torno da Estrada Norte (caminho até a balança) está o rio Paraíba do Sul.

Como a escória com aproximadamente 30% de umidade dos altos-fornos II e III é um material rico em ferro metálico, havia uma sujidade no percurso e riscos de

contaminação do rio Paraíba do Sul, além da emissão de dióxido de carbono para a atmosfera, face ao elevado número de viagens e ao maior percurso percorrido.

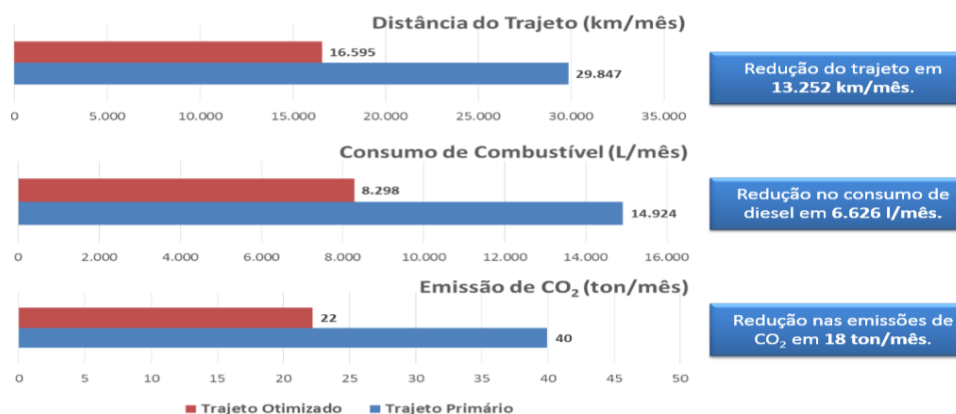
Figura 4 – Resultados Técnicos



Fonte: Disponibilizado do Arquivo da Empresa, 2016.

A Figura 4 demonstra, através do GPS contido no sistema de validadores de acesso, a redução de 1,85 km por viagem para aproximadamente 104.000 viagens por ano. Com a inovação, a empresa obteve 2 minutos de redução no tempo de viagem por veículo, além de a velocidade média cair de 39,07 km por hora para 28,95 km por hora. Com a quilometragem menor a percorrer, os motoristas puderam reduzir a velocidade, tendo em vista que o tempo de transporte diminuiu com a otimização do itinerário. Estes dados foram importantes no que tange a segurança dos colaboradores, tendo em vista que os altos-fornos e a indústria cimenteira estão situados dentro do mesmo complexo Industrial.

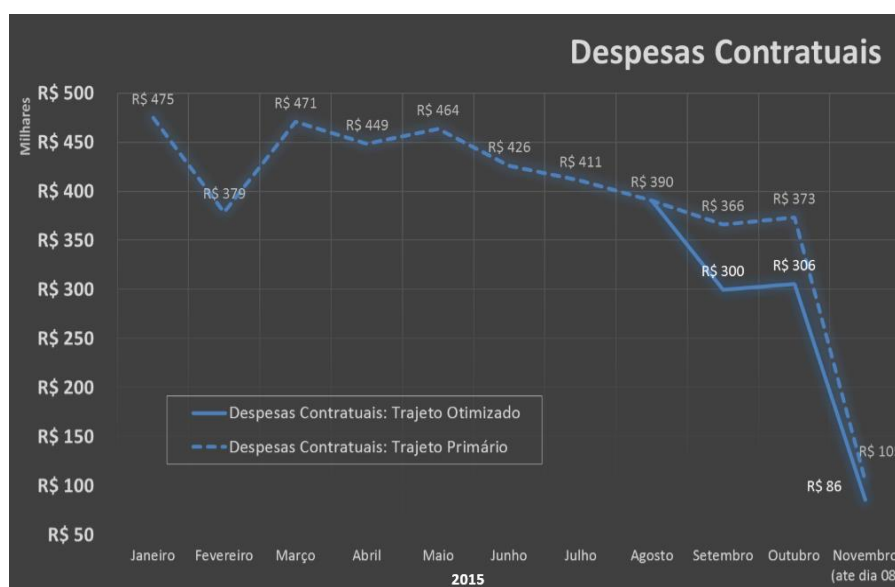
Figura 5 – Benefícios



Fonte: Disponibilizado do Arquivo da Empresa, 2016.

A Figura 6 demonstra a redução mensal entre o trajeto otimizado e o trajeto primário ou trajeto original, em relação à distância percorrida. O sistema de controle interno de viagens via validadores de acessos reduziu as viagens em 13.252 km/mês. Esta redução propiciou a economia de óleo diesel em 6.626 litros/mês e a redução na emissão de 18 ton./mês de Dióxido de carbono (CO₂) para a atmosfera, que é um item importantíssimo para o controle da camada de ozônio e atendimento a normas ambientais.

Figura 6 – Redução de Custos



Fonte: Disponibilizado do Arquivo da Empresa, 2015.

A Figura 6 demonstra a redução de custos com o maior contrato de transporte da empresa cimenteira, após a sua implementação em setembro/15, cuja redução foi de 18% no custo de transporte, o que gerou uma economia de R\$ 1,2 milhões desde sua implementação. Importante ressaltar o resultado do custo *versus* benefício que o sistema proporcionou. Foram investidos em sua aquisição apenas R\$ 45 mil pela indústria cimenteira.

Durante um ano e dois meses, o sistema conseguiu atender os controles de transporte interno da organização em função da automação. O sistema, além da redução de custos e de riscos ambientais, otimizou processos. Os serviços de controle de viagens, que antes eram realizados manualmente pelos balanceiros, hoje são feitos de forma sistematizada, o que possibilitou, a esses profissionais, tempo para se dedicar a outras atividades.

Em abril de 2016, o Coordenador de Administração e Controle recebeu uma solicitação da Fábrica de Calcário, que fica também dentro do complexo Industrial. O mesmo entrou em contato com a empresa que fornece os validadores de acessos e pediu mais uma unidade do produto para controlar a matéria-prima chamada calcário, que é utilizada também no processo siderúrgico. O sistema foi tão bem aceito na empresa que existiram outras demandas para controle de transporte interno por validadores de acesso. Houve uma parceria entre a indústria cimenteira que criou a inovação e a empresa S&V, que adaptou seus equipamentos mediante as necessidades da indústria.

A combinação como modo de conversão de conhecimentos é verificada por meio das várias reuniões e conversas que ocorreram ao longo do processo de criação da inovação, em especial as que ocorreram dentro da organização. Para Nonaka e Takeuchi (2008), a sistematização do conhecimento existente é a chave para criação de um novo conhecimento, e isto só foi possível mediante a troca e combinação de conhecimento dentro da empresa.

Da parte da Indústria Cimenteira, esta apresentou seu conhecimento já explicitado com seu sistema para controle de transporte interno de matérias-primas, os “validadores de acessos”, e de várias conclusões sobre o benefício proveniente dos testes realizados.

Ressalta-se, também a parceria entre a indústria cimenteira e a empresa que fornece o sistema de validadores de acessos foi preponderante na geração de novos conhecimentos de controles de transportes internos e pode ser uma boa solução para outras empresas que precisam controlar seus transportes internos com recursos de baixo custo.

4.5 Internalização – Do explícito para o tácito

Após 1 ano e 2 meses da implantação do sistema na Indústria Cimenteira, o sistema de controle de transporte interno de matérias-primas se consolidou como uma inovação de sucesso na empresa, outras áreas do complexo industrial já estão utilizando o sistema para controle de outros transportes internos que ocorrem dentro do complexo industrial que possui mais de 5,1 quilômetros de extensão e 17.000 funcionários.

Em maio de 2016 o Coordenador de Administração e Controle da Cimenteira teve uma nova ideia para evolução do sistema. Ele percebeu que os motoristas perdiam tempo para registrar o crachá eletrônico, em função de ser em torno de 300 viagens diárias, afetando esse tempo diretamente na *performance* dos transportes. Ele vislumbrou, então, a possibilidade de se instalar o sistema de identificação por radiofrequência ou RFID (do [inglês](#) "*Radio-Frequency IDentification*"), que é um método de identificação automática através de sinais de rádio, recuperando e armazenando dados remotamente através de dispositivos denominados etiquetas RFID, onde uma etiqueta ou *tag* RFID é um [transponder](#), pequeno objeto que pode ser colocado em uma pessoa, animal, equipamento, embalagem ou produto. Dentre outros, este dispositivo contém *chips* de [silício](#) e [antenas](#) que lhe permitem responder aos sinais de rádio enviados por uma base transmissora. Sendo assim, quando os veículos passassem pela estrada central, que é o ponto ideal de interseção entre Leste, as Ruas L-80/L-64 e a estrada Norte, seriam identificados por rádio frequência e se comunicariam com sistema de Validadores de Acesso que selecionaria o veículo randomicamente e mandaria essa mensagem para uma antena (*tag*), que iria emitir uma luz vermelha para o motorista quando este fosse selecionado para pesagem, e emitiria uma luz azul quando o veículo não fosse selecionado para pesagem. Desta forma, evitaria a necessidade de registro de crachá tanto no ponto de carregamento quanto no ponto de descarregamento na

Indústria Cimenteira, então, os veículos seriam controlados por um sistema de Identificação por Rádio Frequência.

Considerando que, por se tratar de uma empresa de grande porte, onde existem barreiras de comunicação, houve uma disseminação de conhecimento entre os setores industriais, logísticos e de controladoria da organização, e estas bases de conhecimento continuam sendo ampliadas. A empresa procura centralizar as atividades nos funcionários, que acabam aprendendo novos conhecimentos com erros e acertos dos projetos de inovação. O “aprender fazendo” e o “fazer mais com menos” é uma marca, que está sendo desenvolvida no modo de aprendizagem da empresa.

A implantação do projeto possibilitou a sinergia entre diversos setores da empresa, refletindo diretamente na economia, meio ambiente e sociedade, melhorias na logística interna das operações, a abertura de precedentes para otimização de outros rotogramas no complexo industrial e, sobretudo, criou nos 20 funcionários que trabalham com sistema a motivação para criar mais ideias inovadoras e, assim, aumentar o *know-how* técnico dos mesmos. Hoje, os funcionários que lidam com essa inovação têm a consciência que ideias simples podem gerar grandes oportunidades e valor para organização.

Corroborando, Nonaka e Takeuchi (2008) afirmam que quando as experiências através da socialização, externalização e combinação são internalizadas nas bases de conhecimento tácito do indivíduo, na forma de modelos mentais compartilhados ou *know-how* técnico, tornam-se um patrimônio valioso para a organização. Desta forma, a criação do conhecimento organizacional torna-se um processo em espiral, iniciando no nível individual, interagindo com as comunidades, atravessando os limites departamentais, divisionais e organizacionais.

5. Conclusões

A apresentação do caso de sucesso de um produto inovador, atualmente conhecido por *Controle de transportes internos de matérias primas por meio de Validadores de Acessos* mostrou-se aderente com as descrições dos modos de conversão do conhecimento descritos pela Teoria da Criação do Conhecimento

Organizacional, de Nonaka e Takeuchi (2008), para desenvolvimento de uma inovação.

Este caso de alinhamento observado, além de ser mais um exemplo da importância desta teoria dentro dos estudos organizacionais, sob uma perspectiva gerencial proporciona uma melhor compreensão da dinâmica sobre os processos que estavam envolvidos na criação da inovação de processos implementada na empresa, levando a refletir sobre novas possibilidades de desenvolver a competência organizacional e enriquecer os modos de conversão para outros projetos.

Deste modo, foi possível constatar com uma ideia para melhoria de processos, que a inovação de processos possibilitou vários benefícios para organização, como utilização da melhor rota correspondente à menor distância entre as unidades operacionais, redução de riscos ambientais e otimização de custos com transportes, possibilitados pela redução do itinerário original. Sobretudo, esta inovação abriu caminhos para que os funcionários tenham novas ideias, novos *insights*, oportunidades de inovação, promovendo, assim, a espiral do conhecimento dentro da empresa.

6. Referências

AHUJA, G.; KATILA, R. **Where do resources come from? The role of idiosyncratic situations**. Strategic Management Journal, v. 25, nn. 8-9, pp. 887-907, 2004.

ALYRIO, Rovigati Danilo. **Métodos e técnicas de pesquisa em administração**. Volume Único. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2009.

ARAGÓN-CORREA, J. Alberto; HUTARDO-TORRES, Nuria; SHARMA, Sanjay; GARCÍA-MORALES, Víctor J. **Environmental strategy and performance in small firms: a resource-based perspective**. Journal Environmental Management, v. 88, pp. 88-103, 2008.

BARNEY, J. B.; HESTERLY, W. S. **Administração Estratégica e Vantagem Competitiva: casos brasileiros**. São Paulo: Pearson, 2007.

DE SORDI, J. O.; AZEVEDO, M. C. **Aspectos críticos ao processo de gestão do conhecimento a partir da decomposição e análise de competências individuais e organizacionais**, 2007.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**, 2002.

LEMOS, C. **Inovação na era do conhecimento. Parcerias Estratégicas**, Brasília, DF, 1999.

YIN, Robert. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Gestão do conhecimento**. Porto alegre: Bookman, 2008.

OCDE. **Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação**. Manual de Oslo,3. Ed. 2005.

SANTOS, J. A.; COSTA, I.; FREITAS, J. B. A. **Gestão do conhecimento como ferramenta para o mapeamento das condições atuais nas tomadas de decisões organizacionais**, 2008.

SCHUMPETER, J., **Capitalismo, Socialismo e Democracia**, Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1997.

Submetido em: 01 de setembro de 2018

Aceito em: 15 de abril de 2018